

MOTEUR A CHAMBRE ACTIVÉ MONO ET/OU BI ENERGIE A AIR COMPRIMÉ  
ET/OU ENERGIE ADDITIONNELLE ET SON CYCLE THERMODYNAMIQUE

L'invention concerne un moteur fonctionnant notamment avec de l'air comprimé ou tout autre gaz, et plus particulièrement utilisant un dispositif de contrôle de la course du piston ayant pour effet l'arrêt du piston à son point mort haut durant une période de temps ainsi qu'un dispositif de récupération d'énergie thermique ambiante pouvant fonctionner en mono énergie ou en bi énergie.

Le rédacteur a déposé de nombreux brevets concernant des motorisations ainsi que leurs installations utilisant de l'air comprimé pour un fonctionnement totalement propre en site urbain et suburbain :

- WO 96/27737 WO 97/00655
- WO 97/48884 WO 98/12062 WO 98/15440
- WO 98/32963 WO 99/37885 WO 99/37885

Pour la mise en œuvre de ces inventions, il a également décrit dans sa demande de brevet WO 99/63206, au contenu duquel on pourra se reporter, un procédé et dispositif de contrôle de la course des pistons de moteur permettant l'arrêt du piston à son point mort haut ; procédé également décrit dans sa demande de brevet WO 99/20881 au contenu duquel on pourra également se reporter et concernant le fonctionnement de ces moteurs en mono énergie ou en bi énergie, bi ou tri modes d'alimentation.

Dans sa demande de brevet WO 99/37885 au contenu duquel on pourra également se reporter, il propose une solution qui permet d'augmenter la quantité d'énergie utilisable et disponible caractérisée par le fait que l'air comprimé, avant son introduction dans la chambre de combustion et/ou d'expansion, provenant du réservoir de stockage soit directement soit après son passage dans le ou les échangeurs thermiques du dispositif de récupération d'énergie thermique ambiante, et avant son introduction dans la chambre de combustion, est canalisé dans un réchauffeur thermique où, par accroissement de sa température, il va augmenter encore de pression et/ou de volume avant son introduction dans la chambre de combustion et/ou d'expansion du moteur, augmentant encore ainsi considérablement les performances pouvant être réalisées par ledit moteur.

L'utilisation d'un réchauffeur thermique, et ce malgré l'utilisation d'un carburant fossile, présente l'avantage de pouvoir utiliser des combustions continues propres qui peuvent être catalysées ou dépolluées par tous moyens connus dans le but d'obtenir des émissions de polluant infimes.

L'auteur a déposé un brevet WO 03/036088 A1, au contenu duquel on pourra se reporter, concernant un groupe motocompresseur – motoaltermateur à injection d'air comprimé additionnel fonctionnant en mono et pluri énergie.

Dans ces types de moteur fonctionnant avec de l'air comprimé et comportant un réservoir de stockage d'air comprimé, il est nécessaire de détendre l'air comprimé stocké à très haute pression dans le réservoir mais dont la pression diminue à mesure que le réservoir se vide à une pression intermédiaire stable dite pression finale d'utilisation dans une capacité tampon dite capacité de travail avant son utilisation dans le ou les cylindres moteur. Les détendeurs conventionnels à clapets et ressorts bien connus ont des débits très faibles et leur utilisation pour cette application demande des appareils très lourds et peu performants ; en outre, ils sont très sensibles au givrage dû à l'humidité de l'air refroidi lors de la détente.

Pour résoudre ce problème, l'auteur a également déposé une demande brevet WO 03/089764 A1, au contenu duquel on pourra se reporter, concernant un détendeur dynamique à débit variable et distribution pour moteurs alimentés avec injection d'air comprimé, comportant un réservoir d'air comprimé haute pression et une capacité de travail.

Le rédacteur a également déposé une demande de brevet WO 02/070876 A1 concernant une chambre d'expansion à volume variable constituée de deux capacités distinctes dont l'une est en communication avec l'arrivée d'air comprimé et l'autre jumelée avec le cylindre et pouvant être mises en communication entre elles ou isolées de telle sorte que durant le cycle échappement il est possible de charger en air comprimé la première de ces capacités puis d'établir la pression dans la deuxième, dès la fin de l'échappement alors que le piston est arrêté à son point mort haut et avant la reprise de sa course, les deux capacités restant en communication et se détendant ensemble pour effectuer le temps moteur et qu'au moins une des deux capacités est pourvue de moyens permettant de modifier leur volume pour permettre à pression égale de faire varier le couple résultant du moteur.

Dans le fonctionnement de ces moteurs à « détente de charge » le remplissage de la chambre représente toujours une détente nuisible au rendement général de la machine.

Le moteur selon l'invention utilise un dispositif d'arrêt du piston au point mort haut. Il est alimenté préférentiellement par de l'air comprimé ou tout autre gaz comprimé contenu dans un réservoir de stockage haute pression, à travers une capacité tampon dite capacité de travail. La capacité de travail en version bi énergie comporte un dispositif de réchauffage de l'air alimenté par une énergie additionnelle (fossile ou autre énergie) permettant d'augmenter la température et/ou la pression de l'air qui la traverse.

Le moteur selon l'invention est caractérisé par les moyens mis en œuvre pris dans leur ensemble ou séparément et plus particulièrement :

- En ce que la chambre d'expansion est constituée d'un volume variable équipée de moyens permettant de produire un travail et qu'elle est jumelée et en contact par un passage permanent avec l'espace compris au-dessus du piston moteur principal,

- En ce que, durant l'arrêt du piston moteur à son point mort haut, l'air ou le gaz sous pression est admis dans la chambre d'expansion lorsque celle-ci est à son plus petit volume et, sous la poussée, va augmenter son volume en produisant un travail,

- En ce que la chambre d'expansion étant maintenue sensiblement à son volume maximum, l'air comprimé y contenu se détend ensuite dans le cylindre moteur repoussant ainsi le piston moteur dans sa course descendante en fournit un travail à son tour,

- En ce que, durant la remontée du piston moteur pendant le temps d'échappement, le volume variable de la chambre d'expansion est ramené à son plus petit volume pour recommencer un cycle de travail complet.

La chambre d'expansion du moteur selon l'invention participe activement au travail. Le moteur selon l'invention est dit moteur à chambre active.

Le moteur selon l'invention est avantageusement équipé d'un détendeur à débit variable selon WO 03/089764 A1 dit détendeur dynamique qui permet d'alimenter la capacité de travail à sa pression d'utilisation par de l'air comprimé provenant du réservoir de stockage en effectuant une détente sans travail de type isotherme.

Le cycle thermodynamique selon l'invention est caractérisé par une détente isotherme sans travail permise par le détendeur dynamique suivi d'un transfert accompagné d'une très légère détente quasi isotherme – par exemple une capacité de 3 000 centimètres cube dans une capacité de 3050 centimètres cube - avec travail par l'utilisation de la pression de l'air comprimé dans la capacité de travail durant le remplissage de la chambre d'expansion, puis d'une détente polytropique de la chambre d'expansion dans le cylindre moteur avec travail et abaissement de la température pour se terminer par l'échappement de l'air détendu à l'atmosphère.

Le cycle thermodynamique selon l'invention comprend donc quatre phases en mode mono énergie air comprimé :

- Une détente isotherme sans travail,
- Un transfert – légère détente avec travail dit quasi-isotherme,
- Une détente polytropique avec travail,
- Un échappement à pression ambiante.

Dans son application bi-énergie selon l'invention, et en mode carburant additionnel, l'air comprimé contenu dans la capacité de travail est réchauffé par une énergie additionnelle dans un réchauffeur thermique. Cette disposition permet d'augmenter la quantité d'énergie utilisable et disponible par le fait que l'air comprimé avant son introduction dans la chambre active va accroître sa température et augmenter de pression et/ou de volume permettant l'augmentation des performances et/ou de l'autonomie. L'utilisation d'un réchauffeur thermique présente l'avantage de pouvoir utiliser des combustions continues propres qui peuvent être catalysées ou dépolluées par tous moyens connus dans le but d'obtenir des émissions de polluants infimes.

Le réchauffeur thermique peut utiliser pour énergie un carburant fossile tel qu'essence gazole, ou bien gaz GPL GNV, il peut utiliser des carburants bio ou des alcools – éthanol, méthanol - permettant de réaliser ainsi un fonctionnement bi énergie à combustion externe où un brûleur va provoquer une élévation de température.

Selon une variante de l'invention, le réchauffeur utilise avantageusement des procédés thermochimiques basés sur des procédés d'absorption et de désorption, tels que ceux utilisés et décrits, par exemple dans les brevets EP 0 307297 A1 et EP 0 382586 B1, ces procédés utilisant la transformation par évaporation d'un fluide par exemple d'ammoniac liquide en gaz réagissant avec des sels comme des chlorures de calcium, de manganèse ou autres, le système fonctionnant comme une pile thermique.

Selon une variante de l'invention, le moteur à chambre active est équipé d'un réchauffeur thermique à brûleur, ou autre, et d'un réchauffeur thermochimique de type précédemment cité pouvant être utilisé conjointement ou successivement lors de la phase 1 du réchauffeur thermochimique où le réchauffeur thermique à brûleur va permettre de régénérer (phase 2) le réchauffeur thermochimique lorsque ce dernier est vide en réchauffant son réacteur durant la poursuite du fonctionnement du groupe avec l'utilisation du réchauffeur à brûleur.

Dans le cas de l'utilisation d'un réchauffeur à combustion, le moteur à chambre active selon l'invention est un moteur à chambre de combustion externe dit moteur à combustion externe. Toutefois, soit les combustions dudit réchauffeur peuvent être internes en amenant la flamme directement au contact de l'air comprimé de fonctionnement, le moteur est alors dit à « combustion externe-interne », soit les combustions dudit réchauffeur sont externes en réchauffant l'air de fonctionnement au travers d'un échangeur et le moteur est alors dit à « combustion externe-externe ».

En mode de fonctionnement avec énergie additionnelle, le cycle thermodynamique comprend alors cinq phases :

- Une détente isotherme,

- Une augmentation de la température,
- Un transfert - légère détente avec travail dit quasi-isotherme,
- Une détente polytropique avec travail,
- Un échappement à pression ambiante.

5 Toutes dispositions mécaniques, hydrauliques électriques ou autres permettant, en regard du cycle du moteur, l'accomplissement en trois phases du cycle de travail de la chambre active, à savoir :

- pendant l'arrêt du piston moteur à son point mort haut : admission d'une charge dans la chambre active produisant un travail en augmentant son volume,
- 10 pendant la course de détente du piston moteur : maintien à un volume prédéterminé qui est le volume réel de chambre d'expansion,
- 15 pendant le temps d'échappement du piston moteur : repositionnement de la chambre active à son volume minimum pour permettre le renouvellement du cycle,

peuvent être utilisées sans pour autant changer le principe de l'invention décrite.

Préférentiellement, la chambre d'expansion à volume variable dite chambre active est constituée d'un piston dit piston de charge coulissant dans un cylindre et relié par une bielle au vilebrequin du moteur, concept classique qui détermine une cinématique à deux phases : course descendante et course ascendante.

Le piston moteur est commandé par un dispositif d'arrêt du piston au point mort haut qui détermine une cinématique à trois phases : course ascendante, arrêt au point mort haut et course descendante.

25 Pour permettre le calage du moteur selon l'invention, les courses du piston de charge et du piston moteur sont différentes, celle du piston de charge étant plus longue et prédéterminée de telle sorte que lorsque dans la course descendante du piston de charge, le volume choisi comme étant le «volume réel de chambre d'expansion» est atteint, la course descendante du piston moteur commence et que, 30 durant cette course descendante, le piston de charge continue et termine sa propre course descendante – produisant toujours un travail – puis commence sa course ascendante alors que le piston moteur de course plus courte et plus rapide, le rattrape dans sa course ascendante afin que les deux pistons atteignent leurs points morts hauts sensiblement en même temps. Il est à noter que le piston de charge subit durant 35 le début de sa course ascendante un travail négatif qui, de fait, a été compensé par un surcroît de travail positif dans la fin de sa course descendante.

Lors du fonctionnement en mode air comprimé, sur un véhicule en site urbain pour un fonctionnement sans pollution par exemple, seule la pression de l'air comprimé

stocké dans le réservoir haute pression est utilisée; en fonctionnement bi-énergie en mode énergie additionnelle, (fossile ou autre), sur un véhicule sur route avec une pollution infime par exemple, le réchauffage de la capacité de travail est alors commandé, permettant d'augmenter la température de l'air qui la traverse et par voie de conséquence, son volume et/ou sa pression utilisables permettant ainsi de meilleures performances et/ou autonomie.

Le moteur selon l'invention est piloté en couple et en régime, par le contrôle de la pression dans la capacité de travail, ledit contrôle étant avantageusement assuré par le détendeur dynamique, lorsqu'il fonctionne en mode bi-énergie avec énergie additionnelle (fossile ou autre) un calculateur électronique contrôle la quantité d'énergie additionnelle apportée, en fonction de la pression dans ladite capacité de travail

Selon une variante de l'invention, pour permettre le fonctionnement autonome du moteur lors de son utilisation en énergie additionnelle et/ou lorsque le réservoir de stockage d'air comprimé est vide le moteur à chambre active selon l'invention est couplé à un compresseur d'air permettant d'alimenter en air comprimé le réservoir de stockage d'air comprimé haute pression.

Le moteur à chambre active bi énergie ainsi équipé fonctionne normalement selon deux modes en utilisant, sur un véhicule en ville par exemple, le fonctionnement zéro pollution avec de l'air comprimé contenu dans le réservoir de stockage haute pression, et sur route, toujours pour l'exemple, en fonctionnement énergie additionnelle avec son réchauffeur thermique alimenté par une énergie fossile ou autre, tout en réalimentant en air par un compresseur d'air le réservoir de stockage haute pression.

Selon une autre variante de l'invention le compresseur d'air alimente directement la capacité de travail. Dans ce cas, le pilotage du moteur est réalisé par le pilotage en pression du compresseur et le détendeur dynamique entre le réservoir de stockage haute pression et la capacité de travail reste obturé.

Selon une autre variante de ces dispositions, le compresseur d'air alimente soit le réservoir haute pression soit la capacité de travail soit encore les deux volumes en combinaison.

Le moteur à chambre active bi énergie selon l'invention possède de fait trois modes principaux de fonctionnement :

- mono énergie air comprimé,
- bi énergie air comprimé plus énergie additionnelle,
- mono énergie à carburant d'énergie additionnelle.

Le moteur à chambre active est également réalisable en mono énergie à carburant fossile ou autre lorsqu'il est couplé à un compresseur d'air alimentant la capacité de travail comme décrit ci-dessus, le réservoir de stockage d'air comprimé haute pression étant alors purement et simplement supprimé.

Dans le cas d'un fonctionnement en mode énergie additionnelle, avec l'utilisation d'une combustion externe-extreme l'échappement du moteur à chambre active peut être recyclé à l'admission du compresseur.

Selon une variante de l'invention le moteur est constitué de plusieurs étages de détente, chaque étage comportant une chambre active selon l'invention ; entre chaque étage est positionné un échangeur permettant de réchauffer l'air de l'échappement de l'étage précédent dans le cas d'un fonctionnement mono énergie air comprimé et/ou un dispositif de réchauffage à énergie additionnelle dans le cas d'un fonctionnement en bi énergie. Les cylindrées de l'étage suivant étant plus importantes que celles de l'étage précédent.

Dans le cas d'un moteur mono énergie air comprimé la détente dans le premier cylindre ayant produit un abaissement de température, le réchauffement de l'air se fera avantageusement dans un échangeur air-air avec la température ambiante.

Dans le cas d'un moteur bi-énergie en mode énergie additionnelle, il est procédé au réchauffement de l'air par une énergie additionnelle dans un réchauffeur thermique, par exemple fossile.

Selon une variante de cette disposition, après chaque étage l'air de l'échappement est dirigé vers un seul réchauffeur à plusieurs étages permettant ainsi de n'utiliser qu'une source de combustion.

Les échangeurs thermiques peuvent être des échangeurs air-air ou air liquide ou tout autre dispositif ou gaz produisant l'effet recherché.

Le moteur à chambre active selon l'invention peut être utilisé sur tous véhicules terrestres, maritimes, ferroviaires, aéronautiques. Le moteur à chambre active selon l'invention peut également et avantageusement trouver son application dans les groupes électrogènes de secours, de même que dans de nombreuses applications domestiques de cogénération produisant de l'électricité, du chauffage et de la climatisation.

D'autres buts, avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront à la lecture de la description, à titre non limitatif, de plusieurs modes de réalisation, faite en regard des dessins annexés où :

- La figure 1 représente schématiquement un moteur à chambre active vu en coupe transversale, et son dispositif d'alimentation en air HP.
- Les figures 2 à 4 représentent sur des vues schématiques, en coupe transversale, les différentes phases de fonctionnement du moteur selon l'invention.
- La Figure 5 représente une courbe comparative de la cinématique des courses de piston de charge et de piston moteur.
- La figure 6 représente un graphique du cycle thermodynamique en mode mono énergie air comprimé.

- La figure 7 représente schématiquement un moteur à chambre active vu en coupe transversale et son dispositif d'alimentation en air HP comportant un dispositif de réchauffage de l'air par combustion.

5 - La figure 8 représente un graphique du cycle thermodynamique en mode bi-énergie air comprimé et énergie additionnelle.

- La figure 9 représente, vu schématiquement, un moteur à chambre active selon l'invention couplé à un compresseur d'air permettant un fonctionnement autonome.

10 - La figure 10. représente schématiquement un moteur à chambre active selon l'invention couplé à un compresseur alimentant le réservoir de stockage et la capacité de travail.

- La figure 11 représente schématiquement un moteur à chambre active selon l'invention comportant deux étages de détente.

15 - La figure 12 représente schématiquement un moteur à chambre active selon l'invention en mode mono énergie à carburant fossile.

La figure 1 représente un moteur à chambre active selon l'invention où l'on peut voir le cylindre moteur dans lequel coulisse le piston 1 (représenté à son point mort haut), coulissant dans un cylindre 2, qui est commandé par un levier à pression. Le piston 1 est relié par son axe à l'extrémité libre 1A d'un levier à pression constitué 20 d'un bras 3 articulé sur un axe commun 5 à un autre bras 4 fixé oscillant, sur un axe immobile 6. Sur l'axe commun 5 aux deux bras 3 et 4 est attachée une bielle 7 de commande reliée au maneton 8 d'un vilebrequin 9 tournant sur son axe 10. Lors de la rotation du vilebrequin, la bielle de commande 7 exerce un effort sur l'axe commun 5 des deux bras 3 et 4 du levier à pression, permettant ainsi le déplacement du piston 1 suivant l'axe du cylindre 2, et transmet en retour au vilebrequin 9 les efforts exercés sur le piston 1 lors du temps moteur provoquant ainsi sa rotation. Le cylindre moteur est en communication par un passage 12 dans sa partie haute avec le cylindre de chambre active 13 dans lequel coulisse un piston 14 dit piston de charge relié par une bielle 15 à un maneton 16 du vilebrequin 9. Un conduit d'admission 17 commandé par une 30 soupape 18 débouche dans le passage 12 reliant le cylindre moteur 2 et le cylindre de chambre active 13 et permet d'alimenter le moteur en air comprimé provenant de la chambre de travail 19 maintenu à la pression de travail elle-même alimentée en air comprimé à travers un conduit 20 commandé par un détendeur dynamique 21 par le réservoir de stockage haute pression 22. Dans la partie supérieure du cylindre 1 est 35 ménagé un conduit d'échappement 23 commandé par une soupape d'échappement 24.

Un dispositif commandé par la pédale d'accélérateur commande le détendeur dynamique 21 pour permettre de réguler la pression dans la chambre de travail et piloter ainsi le moteur.

La figure 2 représente schématiquement, vu en coupe transversale, le moteur à chambre active selon l'invention en cours d'admission ; le piston moteur 1 est arrêté à sa position point mort haut et la soupape d'admission 18 vient d'être ouverte, la pression de l'air contenue dans la capacité de travail 19 repousse le piston de charge 14 tout en remplissant le cylindre de la chambre active 13 et produisant un travail en provoquant par sa bielle 15 la rotation du vilebrequin 9, le travail étant considérable car effectué à pression quasi constante. En poursuivant sa rotation, le vilebrequin autorise (figure 3) le déplacement du piston moteur 1 vers son point mort bas et sensiblement simultanément la soupape d'admission 18 est alors refermée ; la charge contenue dans la chambre active se détend en repoussant le piston moteur 1 qui produit à son tour un travail en provoquant la rotation du vilebrequin 9 au travers de son équipage mobile constitué par les bras 3 et 4 et la bielle de commande 7. Durant ce cycle du piston moteur 1 le piston de charge poursuit sa course vers le point mort bas puis commence sa remontée vers son point mort haut, l'ensemble des éléments étant calé de telle sorte que durant leur course ascendante (figure 4) les pistons arrivent sensiblement ensemble à leur point mort haut où le piston moteur va s'arrêter et le piston de charge recommencer le cycle. Lors de la course ascendante des deux pistons la soupape d'échappement 24 est ouverte afin d'évacuer l'air comprimé détenu à travers le conduit d'échappement 23.

La figure 5 représente l'allure des courbes comparatives des courses des pistons où l'on peut voir en abscisse la rotation du vilebrequin et en ordonnée le déplacement des pistons, de charge et moteur, de leur point mort haut à leur point mort bas et retour où, selon l'invention, la course du piston de charge est plus grande que celle du piston moteur. Le graphique est divisé en 4 phases principales. Lors de la phase A, le piston moteur est maintenu à son point mort haut et le piston de charge effectue la majeure partie de sa course descendante en produisant un travail puis en Phase B le piston moteur effectue sa course descendante de détente en produisant un travail alors que le piston de charge termine sa course descendante produisant également un travail. Alors que le piston de charge atteint son point mort bas, phase C, le piston moteur poursuit sa course descendante et le piston de charge commence sa course ascendante. Il est à noter que le piston de charge subit durant cette phase un travail négatif qui, de fait, a été compensé par un surcroît de travail positif lors de la phase B. En phase D les deux pistons rejoignent leur point mort haut quasi simultanément pour recommencer un nouveau cycle. Durant les phases A, B, C le moteur produit un travail.

La figure 6 représente le graphique du cycle thermodynamique en mode mono énergie air comprimé où l'on peut voir les différentes phases du cycle dans les différentes capacités (en abscisse) constituant le moteur à chambre active selon l'invention, les pressions étant en ordonnée ; dans la première capacité qui est le réservoir de stockage on voit un réseau de courbes isothermes allant de la pression de stockage  $Pst$  à la pression initiale de travail  $PIT$ , la pression de stockage diminuant au fur et à mesure de la vidange du réservoir alors que la pression  $PIT$  sera contrôlée en fonction du couple recherché entre une pression minimale de fonctionnement et une pression maximale de fonctionnement ici, pour l'exemple, entre 10 et 30 bar. Dans la capacité de travail durant la charge de la chambre active, la pression reste quasi identique. Dès l'ouverture de la soupape d'admission, l'air comprimé contenu dans la capacité de travail est transféré dans la chambre active produisant un travail accompagné d'une très légère diminution de pression par exemple, pour une capacité de travail de 3000 cm<sup>3</sup> et une chambre active de 35 cm<sup>3</sup>, la chute de pression est de 1,16% soit et, toujours pour l'exemple, une pression réelle de travail de 29,65 bar pour une pression initiale de travail de 30 bar. Puis, le piston moteur commence sa course descendante avec une détente polytropique qui produit un travail avec abaissement de la pression jusqu'à l'ouverture de la soupape d'échappement (par exemple aux environs de 2 bar) suivi au retour à la pression atmosphérique durant le temps échappement, pour recommencer un nouveau cycle.

La figure 7 représente le moteur et son ensemble en version bi-énergie avec énergie additionnelle où l'on peut voir dans la capacité de travail 19 un dispositif schématique de réchauffage de l'air comprimé avec apport d'énergie additionnelle ici, un brûleur 25 alimenté par une bouteille de gaz 26. La combustion représentée sur cette figure est donc une combustion externe-interne et permet d'augmenter considérablement le volume et/ou la pression de l'air comprimé en provenance du réservoir de stockage.

La figure 8 représente un graphique du cycle thermodynamique en mode bi énergie air comprimé et énergie additionnelle où l'on peut voir les différentes phases du cycle dans les différentes capacités constituant le moteur à chambre active selon l'invention en ordonnée les pressions... dans la première capacité qui est le réservoir de stockage on voit un réseau de courbes isothermes allant de la pression de stockage  $Pst$  à la pression initiale de travail  $PIT$ , la pression de stockage diminuant au fur et à mesure de la vidange du réservoir alors que la pression  $PIT$  sera contrôlée en fonction du couple recherché entre une pression minimum de fonctionnement et une pression maximale de fonctionnement ici pour l'exemple entre 10 et 30 bar. Dans la capacité de travail, le réchauffage de l'air comprimé permet d'augmenter considérablement la pression de la pression initiale  $PIT$  à la pression finale de travail  $PFT$  : par exemple

pour une PIT de 30 bar une augmentation de température de l'ordre de 300 degrés permet d'obtenir une PFT de l'ordre de 60 bar. Dès l'ouverture de la soupape d'admission, l'air comprimé contenu dans la capacité de travail est transféré dans la chambre active, produisant un travail, accompagné d'une très légère diminution de pression : par exemple pour une capacité de travail de 3000 cm<sup>3</sup> et une chambre active de 35 cm<sup>3</sup> la chute de pression est de 1,16% soit et toujours pour l'exemple, une pression réelle de travail de 59,30 bars pour une pression initiale de travail de 60 bars ; puis le piston moteur commence sa course descendante avec une détente polytropique qui produit un travail avec abaissement de la pression jusqu'à l'ouverture de la soupape d'échappement (par exemple aux environs de 4 bars) suivi au retour à la pression atmosphérique durant le temps échappement, pour recommencer un nouveau cycle.

Le moteur à chambre active fonctionne également en bi-énergie d'une manière autonome avec l'énergie dite additionnelle fossile, (ou autre) (figure 9) lorsque, selon une variante de l'invention, il entraîne un compresseur d'air comprimé 27 qui alimente le réservoir de stockage 22. Le fonctionnement général de la machine est le même que celui décrit précédemment sur les figures 1 à 4. Toutefois, cette disposition permet de remplir le réservoir de stockage en cours de fonctionnement avec énergie additionnelle mais occasionne une perte d'énergie relativement importante due au compresseur. Selon une autre variante de l'invention, (non représentée sur les dessins), le compresseur d'air alimente directement la capacité de travail ; dans ce cas de fonctionnement, le détendeur dynamique 21 est maintenu fermé et le compresseur alimente en air comprimé la capacité de travail dans laquelle ce dernier est réchauffé par le dispositif de réchauffe et augmente de pression et/ou de volume pour alimenter la chambre active 13 comme décrit dans les cas précédents. Toujours dans ce cas de fonctionnement, le pilotage du moteur est effectué par la régulation de pression directement par le compresseur et la perte d'énergie due au compresseur est bien moindre que dans le cas précédent. Enfin et selon une autre variante de l'invention (figure 10) le compresseur alimente simultanément ou successivement en fonction des besoins énergétiques le réservoir de stockage haute pression 22 et la capacité de travail 19. Une vanne bidirectionnelle 28 permet d'alimenter soit le réservoir de stockage 22 soit la capacité de travail 19 ou encore les deux simultanément. Le choix est alors fonction des besoins énergétiques du moteur en regard des besoins énergétiques du compresseur : si la demande sur le moteur est relativement faible, le réservoir haute pression est alors alimenté ; si les besoins énergétiques du moteur sont élevés, seule la capacité de travail est alors alimentée.

La figure 11 représente schématiquement un moteur à chambre active selon l'invention comportant deux étages de détente où l'on peut voir le réservoir de stockage

d'air comprimé haute pression 22 le détendeur dynamique 21 la capacité de travail 19 ainsi que le premier étage comportant un cylindre moteur 2 dans lequel coulisse le piston 1 (représenté à son point mort haut), qui est commandé par un levier à pression. Le piston 1 est relié par son axe à l'extrémité libre 1A d'un levier à pression constitué d'un bras 3 articulé sur un axe commun 5 à un autre bras 4 fixé oscillant, sur un axe immobile 6. Sur l'axe commun 5 aux deux bras 3 et 4 est attachée une bielle 7 de commande reliée au maneton 8 d'un vilebrequin 9 tournant sur son axe 10. Lors de la rotation du vilebrequin la bielle de commande 7 exerce un effort sur l'axe commun 5 des deux bras 3 et 4 du levier à pression, permettant ainsi le déplacement du piston 1 suivant l'axe du cylindre 2, et transmet en retour au vilebrequin 9 les efforts exercés sur le piston 1 lors du temps moteur provoquant ainsi sa rotation. Le cylindre moteur est en communication par un passage 12 dans sa partie haute avec le cylindre de chambre active 13 dans lequel coulisse un piston 14 dit piston de charge relié par une bielle 15 à un maneton 16 du vilebrequin 9. Un conduit d'admission 17 commandé par une soupape 18 débouche dans le passage 12 reliant le cylindre moteur 2 et le cylindre de chambre active 13 et permet d'alimenter le moteur en air comprimé provenant de la chambre de travail 19 maintenu à la pression de travail et elle-même alimentée en air comprimé par un conduit 20 commandé par un détendeur dynamique 21. Le conduit d'échappement 23 est relié à travers un échangeur 29 à l'admission 17B du deuxième étage du moteur comportant un cylindre moteur 2B dans lequel coulisse le piston 1B qui est commandé par un levier à pression. Le piston 1B est relié par son axe à l'extrémité libre 1C d'un levier à pression constitué d'un bras 3B articulé sur un axe commun 5B à un autre bras 4B fixé oscillant, sur un axe immobile 6B. Sur l'axe commun 5B aux deux bras 3B et 4B est attachée une bielle de commande 7B reliée au maneton 8B d'un vilebrequin 9 tournant sur son axe 10. Lors de la rotation du vilebrequin la bielle de commande 7B exerce un effort sur l'axe commun 5B des deux bras 3B et 4B du levier à pression, permettant ainsi le déplacement du piston 1B suivant l'axe du cylindre 2B, et transmet en retour au vilebrequin 9 les efforts exercés sur le piston 1B lors du temps moteur provoquant ainsi sa rotation. Le cylindre moteur est en communication par un passage 12B dans sa partie haute avec le cylindre de chambre active 13B dans lequel coulisse un piston 14B dit piston de charge relié par une bielle 15B à un maneton 16B du vilebrequin 9. Un conduit d'admission 17B commandé par une soupape 18B débouche dans le passage 12B reliant le cylindre moteur 2B et le cylindre de chambre active 13B et permet d'alimenter le moteur en air comprimé. Pour des raisons de simplification du dessin, le deuxième étage est représenté à côté du premier étage. Il va sans dire que préférentiellement il est utilisé un seul vilebrequin et que le deuxième étage est sur le même plan longitudinal que le premier étage. Le conduit d'échappement 23 du premier étage moteur est relié à

travers un échangeur air-air 29 au conduit d'admission 17B du deuxième étage moteur. Dans ce type de configuration, le premier étage sera dimensionné de telle sorte qu'en fin de détente moteur, l'air de l'échappement possède une pression résiduelle pour permettre, après son réchauffement dans l'échangeur air air, où il va augmenter de pression et/ou de volume, d'avoir une énergie suffisante pour assurer correctement le fonctionnement de l'étage suivant.

La figure 12 montre un moteur à chambre active monoénergie fonctionnant avec un carburant fossile, le moteur est couplé à un compresseur 27 qui alimente en air comprimé la capacité de travail 19 qui comprend ici un brûleur 25 alimenté en énergie par une bouteille de gaz 26. Le fonctionnement général de la machine est le même que celui décrit précédemment.

Le moteur à chambre active est décrit avec un fonctionnement avec de l'air comprimé. Toutefois, il peut utiliser n'importe quel gaz comprimé sans pour autant changer l'invention décrite.

L'invention n'est pas limitée aux exemples de réalisations décrits et représentés : les matériaux, les moyens de commande, les dispositifs décrits peuvent varier dans la limite des équivalents, pour produire les mêmes résultats, le nombre de cylindres moteur, leur disposition, et leur volume et le nombre d'étages de détente, peuvent varier, sans pour cela changer l'invention qui vient d'être décrite.

## REVENDICATIONS

1.- Moteur à chambre active comportant au moins un piston (1) coulissant dans un cylindre, (2) commandé par un dispositif d'arrêt du piston au point mort haut et alimenté par de l'air comprimé, ou tout autre gaz, haute pression contenu dans un réservoir de stockage (22), qui est détenu à une pression moyenne dite pression de travail dans une capacité de travail (19) préférentiellement à travers un dispositif de détendeur dynamique caractérisé :

5 - En ce que la chambre d'expansion est constituée d'un volume variable équipé de moyens permettant de produire un travail et, qu'elle est jumelée et en contact permanent par un passage (12), avec l'espace compris au-dessus du piston moteur principal,

10 - En ce que, durant l'arrêt du piston moteur à son point mort haut, l'air ou le gaz sous pression est admis dans la chambre d'expansion lorsque celle-ci est à son plus petit volume et que, sous la poussée de cet air sous pression, cette dernière va augmenter son volume en produisant un travail,

15 - En ce que la chambre d'expansion étant maintenue sensiblement à son volume maximum, l'air comprimé y contenu se détend ensuite dans le cylindre moteur repoussant ainsi le piston moteur dans sa course descendante en fournit un travail à son tour,

20 - En ce que durant la course ascendante du piston moteur pendant le temps d'échappement le volume variable de la chambre d'expansion est ramené à son plus petit volume pour recommencer un cycle de travail complet.

25 2.- Moteur à chambre active selon la revendication 1 caractérisé en ce que le cycle de travail de la chambre active en regard du cycle du piston moteur comporte trois phases telles que :

30 - pendant l'arrêt du piston moteur à son point mort haut : admission d'une charge dans la chambre active produisant un travail en augmentant son volume,

- pendant la course de détente du piston moteur : maintien à un volume prédéterminé qui est le volume réel de chambre d'expansion,

35 - pendant le temps d'échappement du piston moteur : repositionnement de la chambre active à son volume minimum pour permettre le renouvellement du cycle.

35 3.- Moteur à chambre active selon les revendications 1 et 2 dont le cycle thermodynamique de fonctionnement en mode monoénergie air comprimé est

5 caractérisé par une détente isotherme sans travail avec conservation d'énergie, effectuée entre le réservoir de stockage d'air comprimé haute pression et la capacité de travail, suivie d'un transfert accompagné d'une très légère détente dans le cylindre de charge dite quasi-isotherme avec travail, puis d'une détente polytropique avec travail dans le cylindre moteur et enfin, d'un échappement à pression atmosphérique, soit quatre phases comme suit :

- Une détente isotherme sans travail,
- Un transfert - légère détente avec travail dit quasi isotherme,
- Une détente polytropique avec travail,
- Un échappement à pression ambiante.

10 4.- Moteur à chambre active selon les revendications 1 à 3 caractérisé en ce que la capacité de travail (19) comporte un dispositif de réchauffage (25,26) de l'air comprimé avec une énergie additionnelle fossile ou autre, ledit dispositif permettant d'augmenter la température et/ou la pression de l'air qui la traverse.

15 5.- Moteur à chambre active selon la revendication 4 caractérisé en ce que le réchauffage de l'air comprimé est assuré par la combustion d'un carburant -fossile ou biologique- directement dans l'air comprimé, le moteur est alors dit à combustion externe interne.

20 6.- Moteur à chambre active selon la revendication 4 caractérisé en ce que le réchauffage de l'air contenu dans la capacité de travail est assuré par la combustion d'un carburant -fossile ou biologique- à travers un échangeur, la flamme n'ayant pas de contact avec l'air comprimé ; le moteur est alors dit à combustion externe-extreme.

25 7.- Moteur à chambre active selon l'une quelconque des revendications 4 à 6 caractérisé en ce que le réchauffeur thermique utilise un procédé thermochimique de réaction gaz solide basé sur la transformation par évaporation d'un fluide réactif contenu dans un évaporateur , par exemple de l'ammoniac liquide en un gaz qui vient réagir avec un réactif solide contenu dans un réacteur, par exemple des sels tels que des chlorures de calcium, de manganèse, de baryum ou autres dont la réaction chimique produit de la chaleur, et qui, lorsque la réaction est terminée peut être régénéré en apportant de la chaleur au réacteur pour provoquer la désorption de l'ammoniac gazeux qui va se recon denser dans l'évaporateur.

30 8.- Moteur à chambre active selon l'une quelconque des revendications 4 à 7 dont le cycle thermodynamique en fonctionnement bi-énergie en mode énergie additionnelle est caractérisé par une détente isotherme sans travail avec conservation d'énergie effectuée dans la capacité de travail, par une augmentation de la température par le réchauffage de l'air par une énergie fossile, suivie d'une très légère détente dite quasi-isotherme avec travail, d'une détente polytropique avec travail dans le cylindre moteur

et enfin d'un échappement à pression atmosphérique représentant 5 phases successives comme suit :

- Une détente isotherme,
- Une augmentation de la température,
- Un transfert - légère détente avec travail dit quasi isotherme,
- Une détente polytropique avec travail,
- Un échappement à pression ambiante.

5

9.- Moteur à chambre active selon l'une quelconque des revendications ci-dessus caractérisé en ce que le couple et le régime du moteur sont pilotés par le contrôle de la 10 pression dans la capacité de travail (19).

10

10.- Moteur à chambre active selon l'une quelconque des revendications ci-dessus caractérisé en ce que, lors du fonctionnement en mode bi-énergie avec énergie additionnelle, un calculateur électronique contrôle la quantité d'énergie apportée en fonction de la pression de l'air comprimé donc de la masse d'air introduite dans ladite 15 capacité de travail.

15

11.- Moteur à chambre active selon l'une quelconque des revendications ci-dessus caractérisé en ce que le volume de la chambre active est constitué d'un piston (14) dit piston de charge coulissant dans un cylindre (13) et relié par une bielle (15) au vilebrequin du moteur (9) selon une cinématique classique.

20

12.- Moteur à chambre active selon la revendication 11 caractérisé en ce que la course du piston de charge (14) est déterminée de telle sorte que, lorsque le volume choisi comme volume de chambre ayant été atteint et durant la course descendante du piston moteur (1), le piston de charge (14) termine sa course descendante et commence sa course ascendante de manière à atteindre son point mort haut sensiblement en même temps que le piston moteur atteint son propre point mort haut.

25

13.- Moteur à chambre active selon l'une quelconque des revendications ci-dessus caractérisé en ce que, pour permettre le fonctionnement autonome lors de son utilisation en énergie additionnelle et/ou lorsque le réservoir de stockage d'air comprimé (22) est vide, le moteur à chambre active selon l'invention est couplé à un compresseur d'air (27) permettant d'alimenter en air comprimé le réservoir de stockage d'air comprimé haute pression (22).

30

14.-Moteur à chambre active selon la revendication 13 ci-dessus caractérisé en ce que le compresseur d'air (27) alimente directement la capacité de travail (19). Dans ce cas, le pilotage du moteur est réalisé par le pilotage en pression du compresseur (27) 35 et le détendeur dynamique, (21) entre le réservoir de stockage haute pression et la capacité de travail, reste obturé.

15.- Moteur à chambre active selon les revendications 13 et 14 caractérisé en ce que le compresseur d'air (27) accouplé alimente simultanément ou successivement en combinaison le réservoir de stockage (22) et la capacité de travail (19).

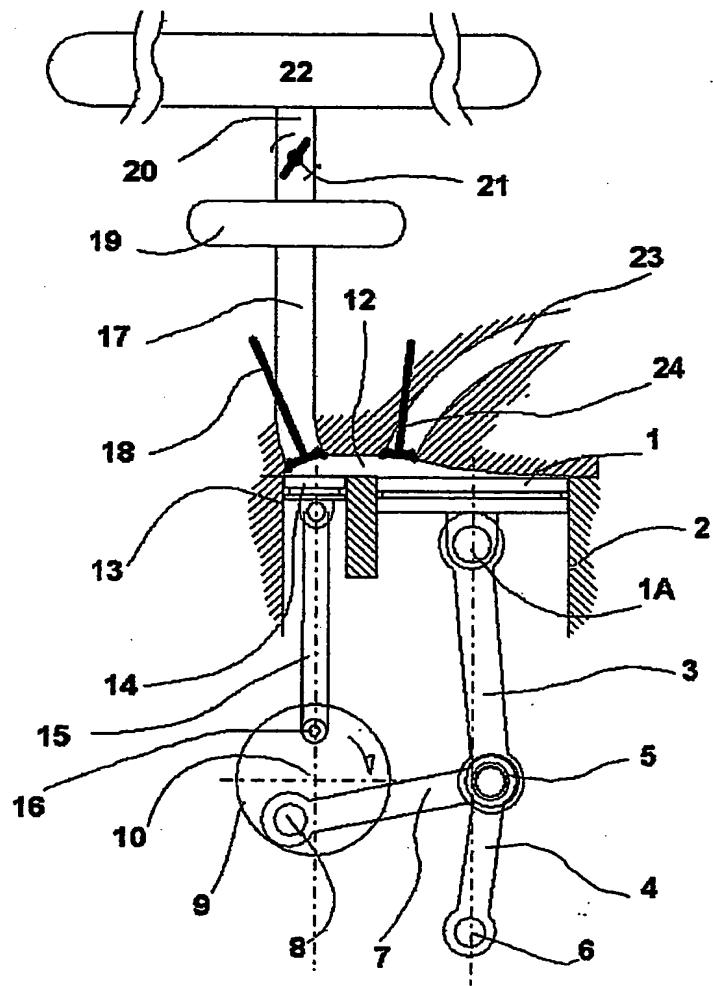
5 16.- Moteur à chambre active selon l'une quelconque des revendications ci-dessus caractérisé par un fonctionnement mono énergie avec un carburant fossile (ou autre), la capacité de travail (19) étant alimentée uniquement par le compresseur accouplé (27), le réservoir de stockage d'air comprimé haute pression étant alors purement et simplement supprimé.

10 17.- Moteur à chambre active selon la revendication 6 et l'une quelconque des revendications 13 à 16 caractérisé en ce que l'échappement après détente est recirculé à l'admission du compresseur accouplé.

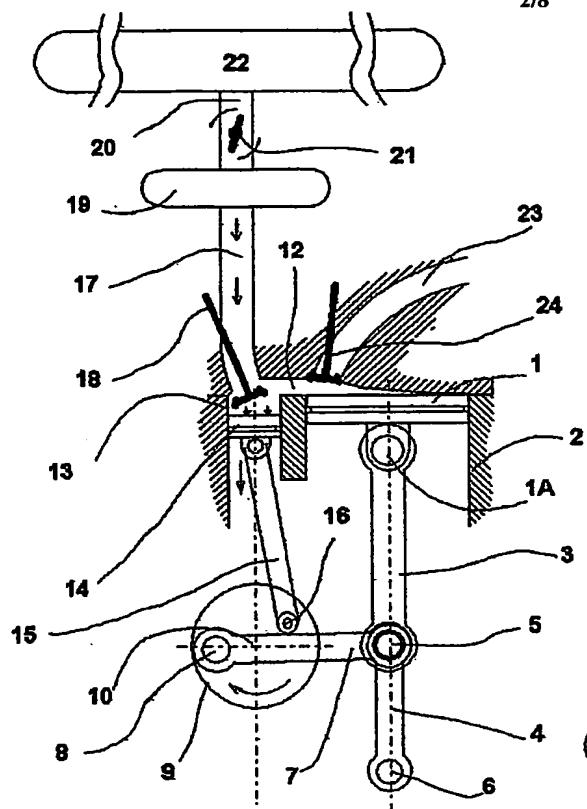
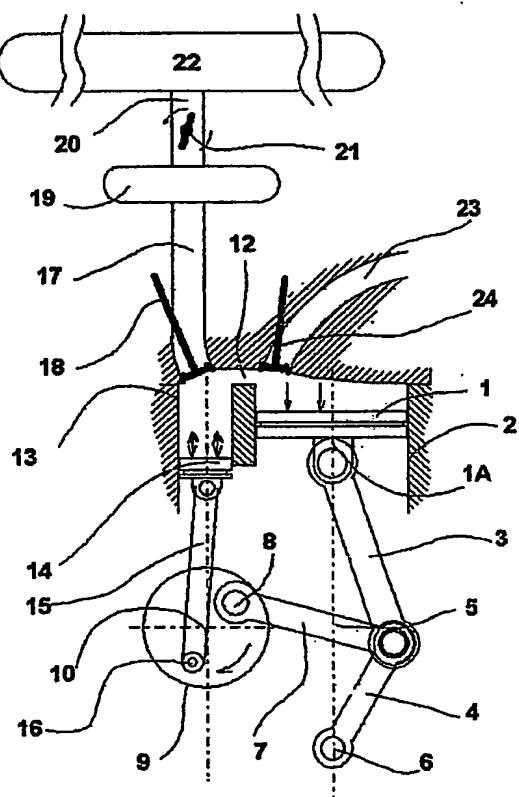
15 18.- Moteur à chambre active selon l'une quelconque des revendications ci-dessus fonctionnant en monoénergie air comprimé caractérisé en ce que le moteur est constitué de plusieurs étages de détente de cylindrée croissante chaque étage comportant une chambre active selon l'invention et en ce que, entre chaque étage, est positionné un échangeur (29) permettant de réchauffer l'air de l'échappement de l'étage précédent.

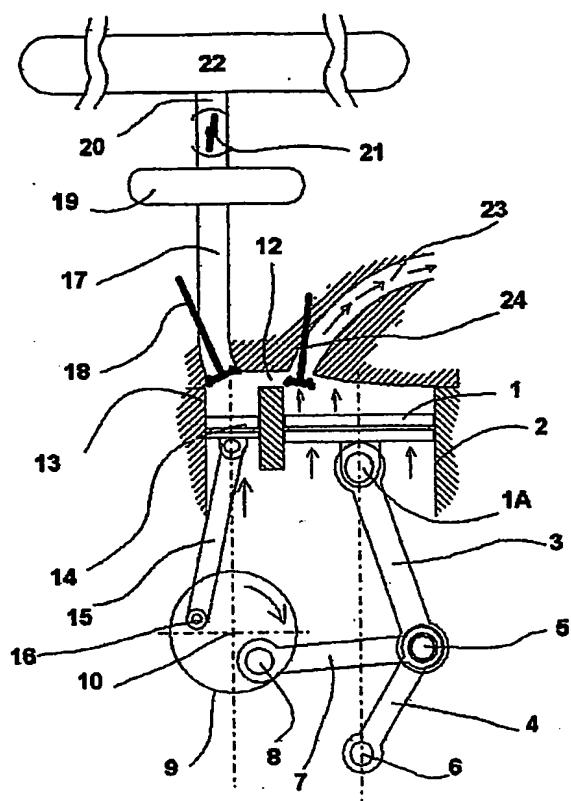
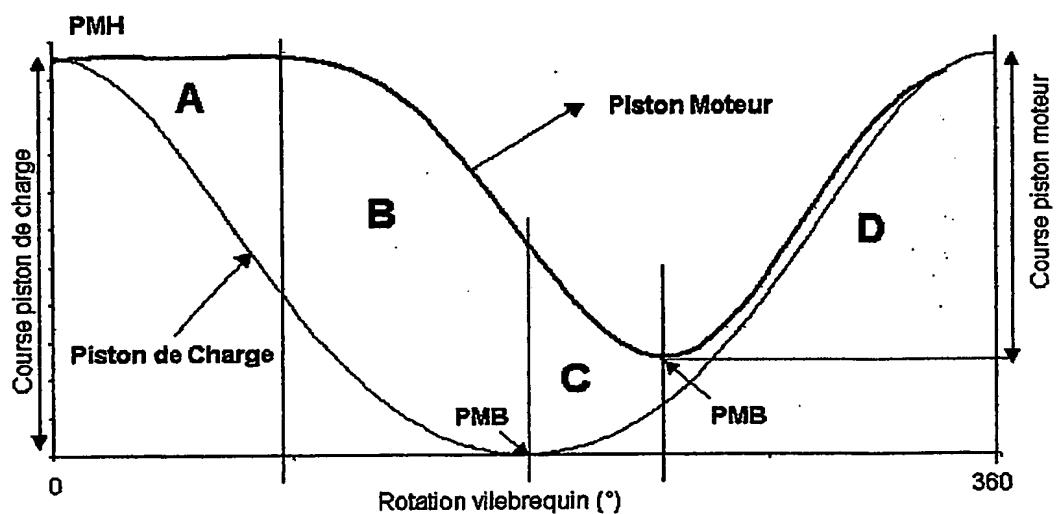
20 19.- Moteur à chambre active selon la revendication 18 fonctionnant en bi-énergie caractérisé en ce que l'échangeur positionné entre chaque étage est équipé d'un dispositif de réchauffage à énergie additionnelle.

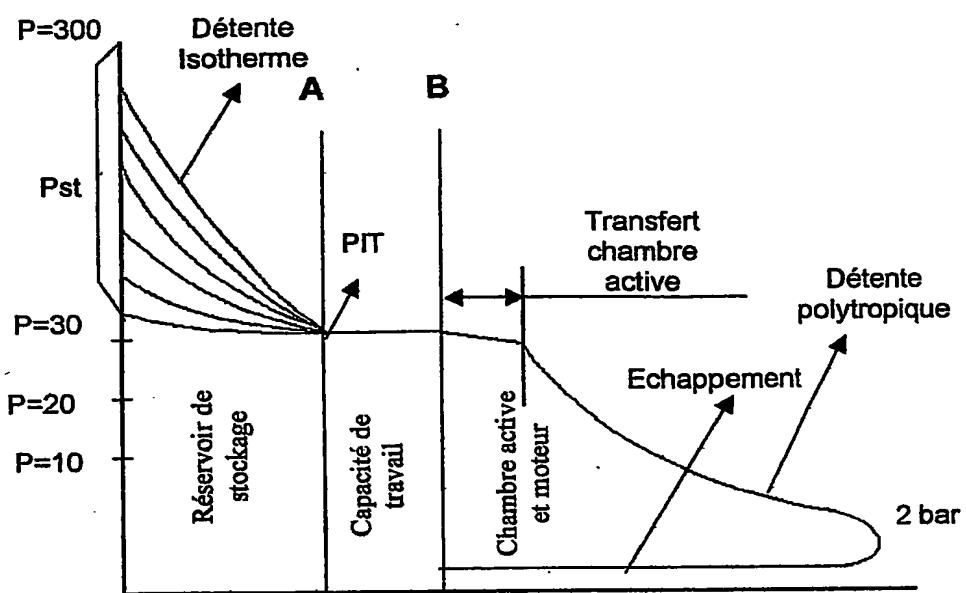
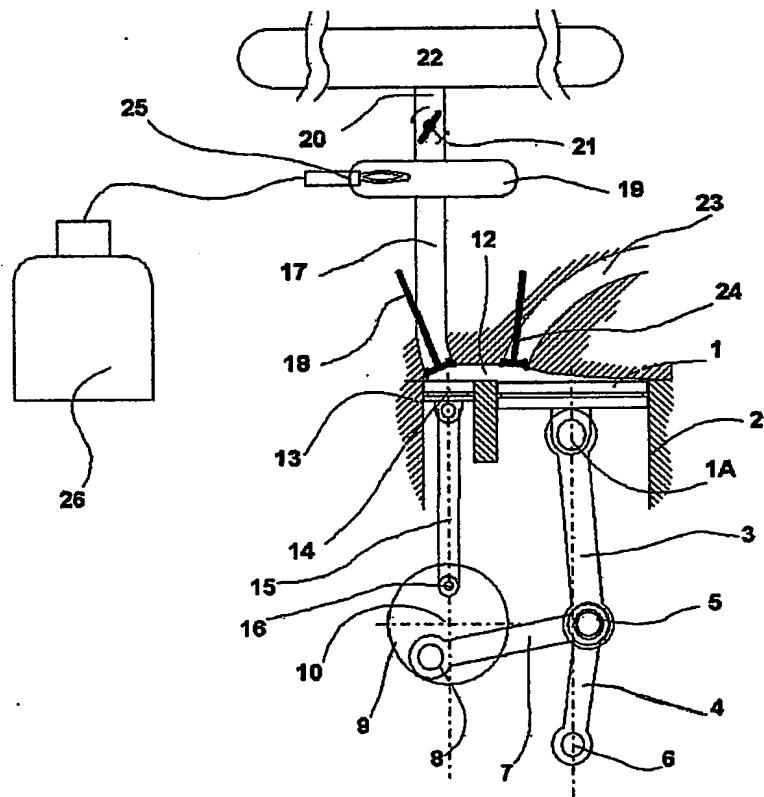
20 20.- Moteur à chambre active selon les revendications 18 et 19 caractérisé en ce que les échangeurs et le dispositif de réchauffage sont combinés ensemble ou séparément dans un dispositif à plusieurs étages et utilisant la même source d'énergie.

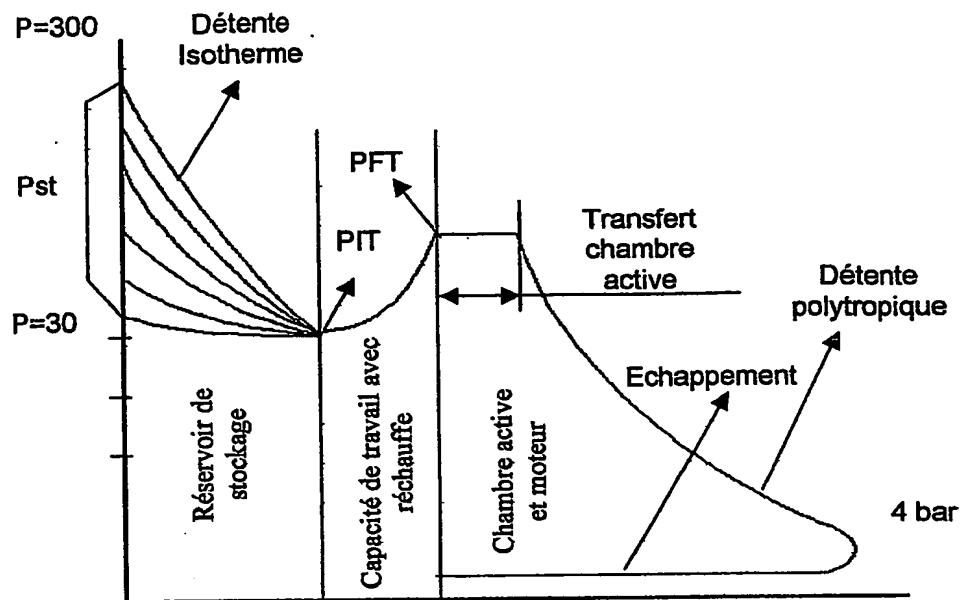
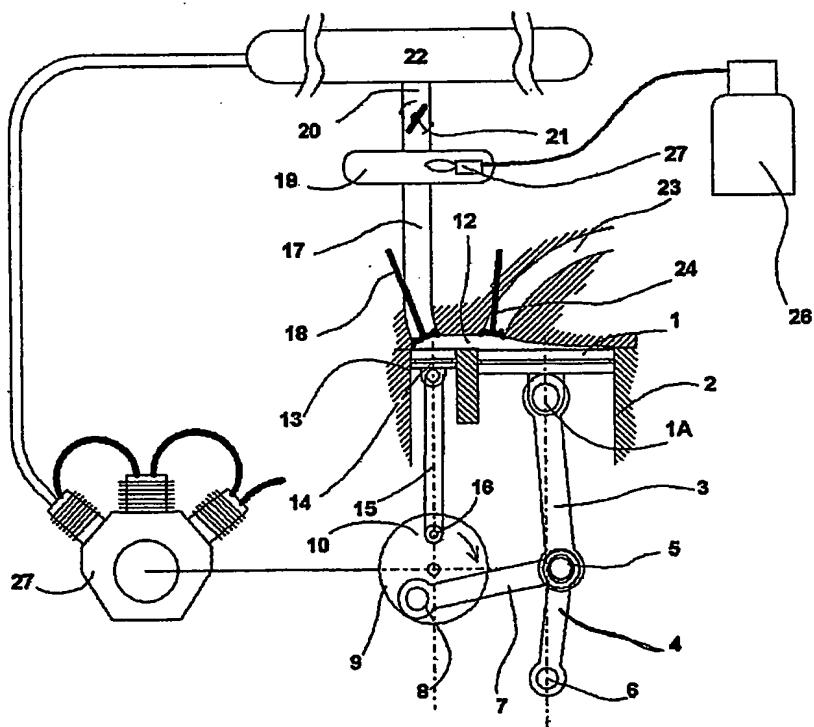


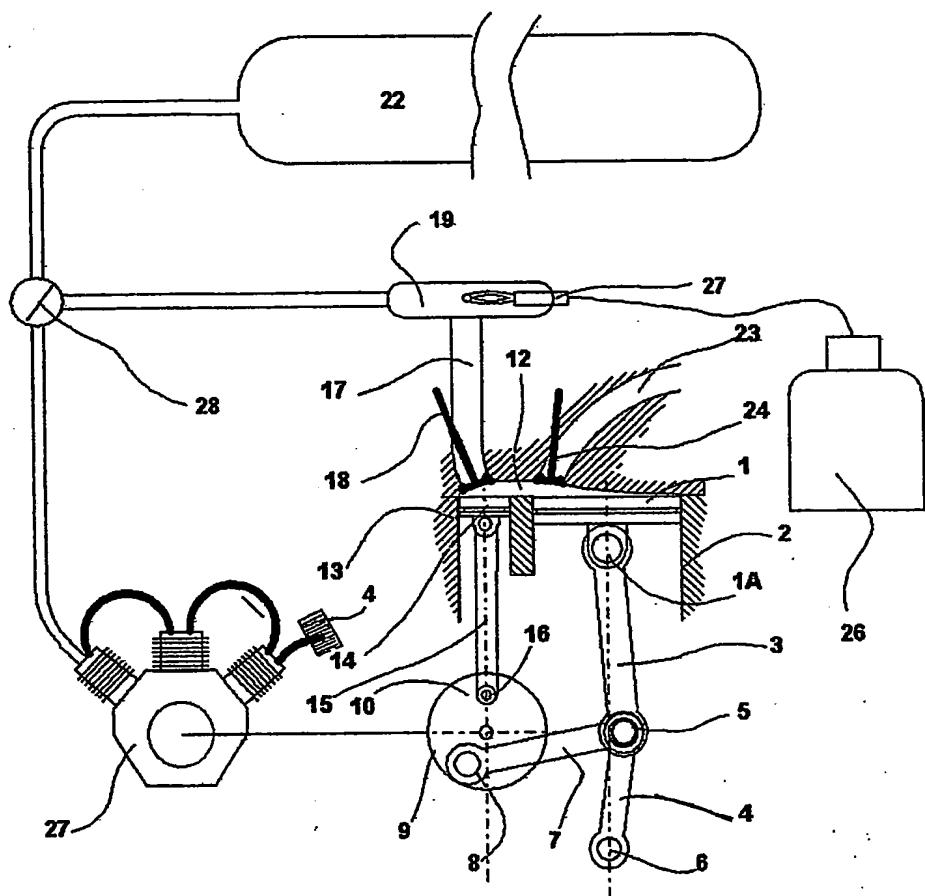
**FIG.1**

**FIG.2****FIG.3**

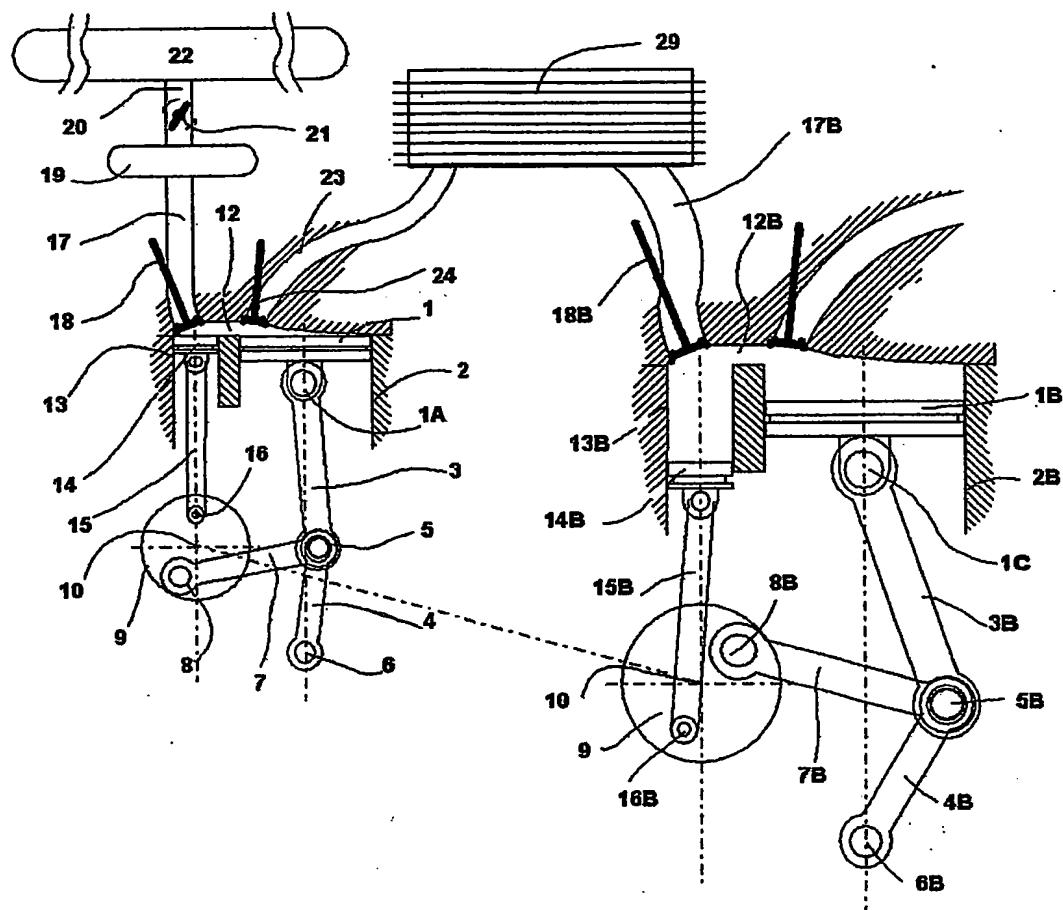
**FIG.4****FIG.5**

**FIG.6****FIG.7**

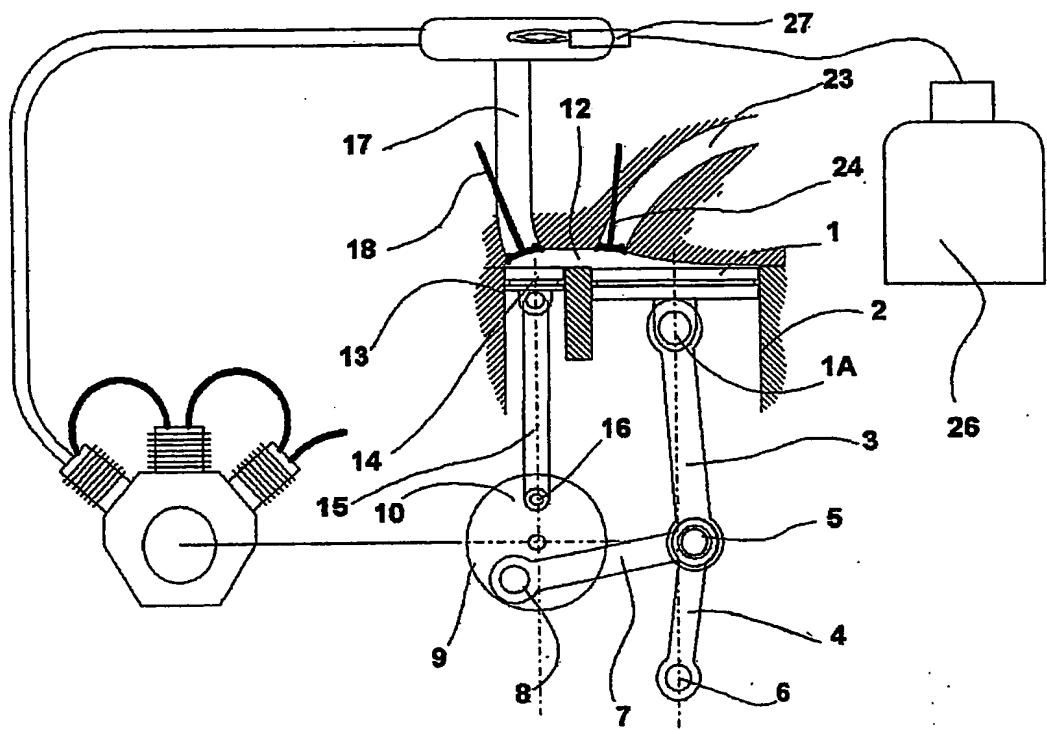
**FIG.8****FIG.9**



**FIG.10**



**FIG.11**



**FIG.12**

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR2004/002929

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
 IPC 7 F01B17/02 F01B9/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
 IPC 7 F01B F02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages   | Relevant to claim No. |
|----------|--|-----------------------|
| A        | FR 2 831 598 A (MDI MOTOR DEV INTERNAT)<br>2 May 2003 (2003-05-02)<br>page 14, line 11 - page 15, line 4;<br>figures 3,4           | 1                     |
| A        | FR 2 779 480 A (NEGRE GUY)<br>10 December 1999 (1999-12-10)<br>page 14, line 19 - page 15, line 38;<br>figure 14                   | 1                     |
| A        | FR 2 769 949 A (NEGRE GUY)<br>23 April 1999 (1999-04-23)<br>page 4, line 29 - page 5, line 10; figures<br>1,2                      | 1                     |
| A        | DE 195 15 325 A (HILL JUERGEN PETER<br>;SCHOENMETZLER FRANZ DR (DE))<br>24 October 1996 (1996-10-24)<br>column 1, line 3 - line 18 | 1                     |

 Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the International filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed Invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed Invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

|  |  |
|--|--|
| Date of the actual completion of the International search  | Date of mailing of the International search report |
| 9 March 2005   | 24/03/2005   |
| Name and mailing address of the ISA<br>European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,<br>Fax: (+31-70) 340-3016 | Authorized officer<br><br>Pileri, P                |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR2004/002929

| Patent document cited in search report |   | Publication date |    | Patent family member(s)   | Publication date   |
|--|---|------------------|----|---|--|
| FR 2831598                             | A | 02-05-2003       |    | FR 2831598 A1<br>EP 1456537 A1<br>WO 03036087 A2<br>WO 03036088 A1<br>US 2004261415 A1  | 02-05-2003<br>15-09-2004<br>01-05-2003<br>01-05-2003<br>30-12-2004   |
| FR 2779480                             | A | 10-12-1999       |    | FR 2779480 A1<br>AT 250717 T<br>AU 4044099 A<br>BG 105103 A<br>BR 9910897 A<br>CA 2334089 A1<br>CN 1118620 C<br>DE 69911598 D1<br>DE 69911598 T2<br>DK 1084334 T3<br>EP 1084334 A1<br>ES 2209438 T3<br>WO 9963206 A1<br>HU 0102351 A2<br>JP 2002517654 T<br>NO 20006067 A<br>NZ 509139 A<br>OA 11561 A<br>PL 345320 A1<br>PT 1084334 T<br>SI 1084334 T1<br>SK 18382000 A3<br>TR 200003609 T2<br>TW 424128 B<br>ZA 200100019 A | 10-12-1999<br>15-10-2003<br>20-12-1999<br>31-07-2001<br>13-02-2001<br>09-12-1999<br>20-08-2003<br>30-10-2003<br>24-06-2004<br>02-02-2004<br>21-03-2001<br>16-06-2004<br>09-12-1999<br>28-10-2001<br>18-06-2002<br>25-01-2001<br>25-07-2003<br>24-05-2004<br>17-12-2001<br>27-02-2004<br>29-02-2004<br>11-06-2001<br>23-07-2001<br>01-03-2001<br>02-01-2002 |
| FR 2769949                             | A | 23-04-1999       |    | FR 2769949 A1<br>AT 243298 T<br>AU 741127 B2<br>AU 9751198 A<br>BG 104244 A<br>BR 9813084 A<br>CA 2306412 A1<br>CN 1272162 A<br>DE 69815705 D1<br>DE 69815705 T2<br>DK 1023531 T3<br>EP 1023531 A1<br>ES 2210833 T3<br>WO 9920881 A1<br>HU 0003919 A2<br>JP 2001521094 T<br>NO 20001698 A<br>NZ 504459 A<br>PL 340071 A1<br>PT 1023531 T<br>SI 1023531 T1<br>SK 3962000 A3<br>TR 200001032 T2                                 | 23-04-1999<br>15-07-2003<br>22-11-2001<br>10-05-1999<br>31-10-2000<br>22-08-2000<br>29-04-1999<br>01-11-2000<br>24-07-2003<br>03-06-2004<br>06-10-2003<br>02-08-2000<br>01-07-2004<br>29-04-1999<br>28-04-2001<br>06-11-2001<br>29-05-2000<br>22-12-2000<br>15-01-2001<br>28-11-2003<br>29-02-2004<br>05-03-2002<br>21-07-2000                             |
| DE 19515325                            | A | 24-10-1996       | DE | 19515325 A1   | 24-10-1996   |

## RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale N°

PCT/FR2004/002929

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  
**CIB 7 F01B17/02 F01B9/02**

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)  
**CIB 7 F01B F02B**

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)  
**EPO-Internal**

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

| Catégorie * | Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents  | no. des revendications visées |
|-------------|---|-------------------------------|
| A           | FR 2 831 598 A (MDI MOTOR DEV INTERNAT)<br>2 mai 2003 (2003-05-02)<br>page 14, ligne 11 - page 15, ligne 4;<br>figures 3,4            | 1                             |
| A           | FR 2 779 480 A (NEGRE GUY)<br>10 décembre 1999 (1999-12-10)<br>page 14, ligne 19 - page 15, ligne 38;<br>figure 14                    | 1                             |
| A           | FR 2 769 949 A (NEGRE GUY)<br>23 avril 1999 (1999-04-23)<br>page 4, ligne 29 - page 5, ligne 10;<br>figures 1,2                       | 1                             |
| A           | DE 195 15 325 A (HILL JUERGEN PETER<br>;SCHOENMETZLER FRANZ DR (DE))<br>24 octobre 1996 (1996-10-24)<br>colonne 1, ligne 3 - ligne 18 | 1                             |

Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

## \* Catégories spéciales de documents cités:

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- \*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- \*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- \*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- \*&\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

9 mars 2005

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

24/03/2005

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale  
 Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Pileri, P

**RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE**

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

 Demande Internationale No  
**PCT/FR2004/002929**

| Document brevet cité<br>au rapport de recherche |   | Date de publication |  | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s)  |  | Date de publication  |
|---|---|---------------------|--|--|--|--|
| FR 2831598                                      | A | 02-05-2003          | FR<br>EP<br>WO<br>WO<br>US   | 2831598 A1<br>1456537 A1<br>03036087 A2<br>03036088 A1<br>2004261415 A1  |  | 02-05-2003<br>15-09-2004<br>01-05-2003<br>01-05-2003<br>30-12-2004   |
| FR 2779480                                      | A | 10-12-1999          | FR<br>AT<br>AU<br>BG<br>BR<br>CA<br>CN<br>DE<br>DE<br>DK<br>EP<br>ES<br>WO<br>HU<br>JP<br>NO<br>NZ<br>OA<br>PL<br>PT<br>SI<br>SK<br>TR<br>TW<br>ZA | 2779480 A1<br>250717 T<br>4044099 A<br>105103 A<br>9910897 A<br>2334089 A1<br>1118620 C<br>69911598 D1<br>69911598 T2<br>1084334 T3<br>1084334 A1<br>2209438 T3<br>9963206 A1<br>0102351 A2<br>2002517654 T<br>20006067 A<br>509139 A<br>11561 A<br>345320 A1<br>1084334 T<br>1084334 T1<br>18382000 A3<br>200003609 T2<br>424128 B<br>200100019 A |  | 10-12-1999<br>15-10-2003<br>20-12-1999<br>31-07-2001<br>13-02-2001<br>09-12-1999<br>20-08-2003<br>30-10-2003<br>24-06-2004<br>02-02-2004<br>21-03-2001<br>16-06-2004<br>09-12-1999<br>28-10-2001<br>18-06-2002<br>25-01-2001<br>25-07-2003<br>24-05-2004<br>17-12-2001<br>27-02-2004<br>29-02-2004<br>11-06-2001<br>23-07-2001<br>01-03-2001<br>02-01-2002 |
| FR 2769949                                      | A | 23-04-1999          | FR<br>AT<br>AU<br>AU<br>BG<br>BR<br>CA<br>CN<br>DE<br>DE<br>DK<br>EP<br>ES<br>WO<br>HU<br>JP<br>NO<br>NZ<br>PL<br>PT<br>SI<br>SK<br>TR             | 2769949 A1<br>243298 T<br>741127 B2<br>9751198 A<br>104244 A<br>9813084 A<br>2306412 A1<br>1272162 A<br>69815705 D1<br>69815705 T2<br>1023531 T3<br>1023531 A1<br>2210833 T3<br>9920881 A1<br>0003919 A2<br>2001521094 T<br>20001698 A<br>504459 A<br>340071 A1<br>1023531 T<br>1023531 T1<br>3962000 A3<br>200001032 T2                           |  | 23-04-1999<br>15-07-2003<br>22-11-2001<br>10-05-1999<br>31-10-2000<br>22-08-2000<br>29-04-1999<br>01-11-2000<br>24-07-2003<br>03-06-2004<br>06-10-2003<br>02-08-2000<br>01-07-2004<br>29-04-1999<br>28-04-2001<br>06-11-2001<br>29-05-2000<br>22-12-2000<br>15-01-2001<br>28-11-2003<br>29-02-2004<br>05-03-2002<br>21-07-2000                             |
| DE 19515325                                     | A | 24-10-1996          | DE   | 19515325 A1  |  | 24-10-1996   |